

(19) BUNDESREPUBLIK

DEUTSCHLAND



DEUTSCHES

PATENTAMT

(20) Offenlegungsschrift

(10) DE 41 42 245 A 1

Zu P 15078

(51) Int. Cl. 5:

H 05 B 6/10

H 01 B 3/10

(3)

(21) Aktenzeichen: P 41 42 245.7  
(22) Anmeldetag: 17. 12. 91  
(23) Offenlegungstag: 24. 6. 93

(71) Anmelder:

TRO Transformatoren- und Schaltgerätegesellschaft mbH, O-1160 Berlin, DE

(72) Erfinder:

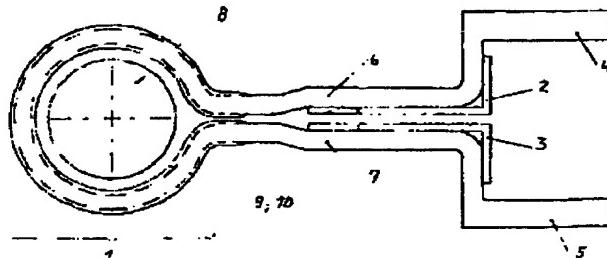
Schmidt, Joachim, Dr.-Ing., O-1186 Berlin, DE;  
Janke, Klaus, O-1615 Zeuthen, DE

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht zu ziehende Druckschriften:

DE 33 18 348 C2  
DE 31 43 874 C3  
DE-AS 18 15 429  
DE 23 31 004 A1  
DE-OS 21 58 274  
DE-OS 16 40 568  
DE-GM 17 88 468  
SU 7 99 165  
SU 1 13 281

(54) Isolierung für Induktoren von induktiven Erhitzungsanlagen und Verfahren zu ihrer Herstellung

(55) Es sollen eine hitzeständige, dichte und dabei relativ dünne sowie elastische Isolierung für Induktoren und ein Verfahren zu ihrer Herstellung gefunden werden. Dieses wird im wesentlichen dadurch erreicht, daß die Isolierung aus einer Schicht Aluminiumoxyd (9) besteht, die eine Trank- und Deckschicht aus einem deurelastischen und hitzeständigen Lack, insbesondere aus Silikonlack (10) aufweist. Die Erfahrung ist anwendbar zur Herstellung von Induktoren für induktive Erhitzungsanlagen, bei denen vorzugsweise die Induktoren von Hand geführt werden.



## Beschreibung

Die Erfindung ist anwendbar zur Herstellung von Induktoren für induktive Erhitzungsanlagen, bei denen vorzugsweise die Induktoren von Hand geführt werden.

Induktoren werden zur Erhitzung metallischer Werkstücke mittels höherfrequenter Ströme eingesetzt. Dabei wird die Energie durch ein Magnetfeld vom Induktor auf das zu erhitzende Werkstück übertragen und die Wärme direkt in dem Werkstück erzeugt. Damit ein guter Wirkungsgrad erreicht wird, muß der Induktor dem Werkstück angenähert angepaßt sein und zu ihm einen möglichst kleinen Abstand besitzen.

Vornehmlich bei handgeführten Induktoren kommt es daher des öfters zeitgleich zu mehrfachen Berührungen zwischen dem Induktor und dem Werkstück, was immer einen Kurzschluß und damit ein Abschalten der Erhitzungsanlage zur Folge hat. Aus diesem Grunde ist es unbedingt erforderlich, zwischen dem Induktor und dem Werkstück eine elektrische Isolierung vorzusehen. Da der Induktor im Normalfall flüssigkeitsgekühlt ist und somit eine geringere Temperatur als das zu erhitzende Werkstück aufweist, ist es vorteilhaft, diesen auch thermisch zu isolieren. Dabei muß diese Isolierung beim Auftreffen des Induktors auf das erhitze Werkstück den an dessen Oberfläche dann herrschenden Temperaturen standhalten, d. h. die elektrische Isolierung muß auch eine hinreichende thermische Stabilität aufweisen.

Bei einer Anwendung der induktiven Erhitzung zum Hartlöten von Kupfer-Verbindungen betragen die im Werkstück entstehenden Temperaturen bis etwa 1000 Grad Celsius, für die also eine Isolierung der Induktoren konzipiert sein muß. Hier sind verschiedene Isoliermaterialien und Isolierverfahren bekannt:

- Umdrehen mit einer Kunststofffolie, z. B. Polyimidfolie,
- Umdrehen mit Glasfasergewebeband,
- emaillieren.

Kunststofffolie, insbesondere Polyimidfolie ähnelt in ihrer Struktur und ihrem Verarbeitungsverhalten Transparentpapier. Beim Umdrehen der Induktoren legt sie sich ihrer Steifigkeit wegen nicht besonders gut an die Außenflächen der Rund- und Rechteckprofile der Induktoren an. Insbesondere an rechtwinkligen Ecken und an kreisförmigen Bögen der Induktoren kommt es zur sogenannten Tütenbildung, so daß keine homogen anliegende Isolierung erreicht wird. Auch ist die Temperaturbeständigkeit der Folie im allgemeinen nicht ausreichend für diesen Einsatzzweck. Glasfasergewebeband legt sich wegen seiner höheren Flexibilität wesentlich besser an die Außenwandungen der Induktoren an, auch ist dadurch die beschriebene Tütenbildung nicht so ausgeprägt. Die Temperaturbeständigkeit des Glasfasergewebebandes ist für die bei Hartlötzungen von Kupferverbindungen erforderlichen Temperaturen ausreichend. Nachteilig bei dieser Isolierung ist, daß sie durch das Gewebe sowie durch das überlappte Wickeln aufträgt, wodurch sich beim Gebrauch der Induktoren ein großer Abstand Induktor — Werkstück ergeben kann. Ferner kann sie, da beim Wickeln die überlappenden Stellen der Bänder nicht miteinander verklebt werden, durch mechanische Beanspruchungen beim Gebrauch der Induktoren leicht beschädigt werden.

Beim Isolieren durch Emaillieren wird als Ausgangsprodukt Emaillepulver oder -paste eingesetzt. Bei Verwendung von Pulver muß dieses erst in einen teigigen

Zustand gebracht werden. Nach dem Aufbringen der Emaillemasse, z. B. durch Einstreichen oder Tauchen, wird die Emaillemasse bei 400 bis 500 Grad Celsius ausgehärtet. Die beim Emaillieren erreichte Beschichtung ist sehr inhomogen, es werden an Kanten der Rechteckprofile wesentlich dünnere Schichtdicken als auf den ebenen Flächen erzielt. Auch ist die Haftung auf den Kupferflächen der Induktoren nur gering, so daß die Emailleschicht leicht abblättert. Die Emailleschicht ist ferner sehr spröde und reißt bei den geringsten Biegebeanspruchungen der Induktoren ein. Damit ist eine Emaillierung zur Herstellung einer Isolierung von Induktoren ebenfalls ungeeignet.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine hitzebeständige, dichte und dabei relativ dünne sowie elastische Isolierung für Induktoren von induktiven Erhitzungsanlagen und ferner ein Verfahren zu ihrer Herstellung zu finden.

Erfnungsgemäß ist die Aufgabe dadurch gelöst, daß die Isolierung der Induktoren aus einer Schicht von Aluminiumoxyd ( $Al_2O_3$ ) vorbestimmter Dicke besteht, die eine Tränk- und Deckschicht aus einem hitzebeständigen und dauerelastischen Lack, insbesondere aus Silikonlack, aufweist. Die Aufgabe ist ferner durch ein Verfahren zur Herstellung der Isolierung gelöst, bei dem

- zunächst die zu isolierenden Oberflächen der Hohlprofile der Induktoren gereinigt und aufgerautet werden, beispielsweise durch Bekiesung,
- danach diese Flächen mit einer Aluminiumoxydschicht dadurch überzogen werden, daß Aluminiumoxydpulver durch einen Plasmastrahl geschmolzen wird und die Aluminiumoxyd-Partikel durch diesen Plasmastrahl auf die zu isolierenden Flächen der vor ihm, z. B. von Hand, geführten Kupferhohlprofile der Induktoren geschieudert werden, wobei die Hohlprofile an ihren Innenflächen gleichzeitig durch die durch die strömende Luft oder Flüssigkeit gekühlt werden,
- worauf die Aluminiumoxydschicht mit einem hitzebeständigen und dauerelastischen Lack, insbesondere mit Silikonlack, mindestens einmal getränkt wird, der abschließend bei einer spezifischen Aushärtungs- bzw. Trocknungstemperatur in einem Trockenofen ausgehärtet wird.

Die Vorteile dieser erfungsgemäßen Lösung bestehen einmal darin, daß eine weitgehend schlag- und stoßunempfindliche Isolierung der Induktoren erzielt wird, und zum anderen ist das Verfahren zu ihrer Herstellung unkompliziert, relativ preiswert, und es wird eine an allen zu isolierenden Stellen der Induktoren annähernd gleichmäßige Schichtdicke erzielt.

## Ausführungsbeispiel

Die Erfindung soll nachstehend an einem Ausführungsbeispiel näher erläutert werden. Die zugehörige Zeichnung zeigt einen Induktor für das Verbinden von Cu-Leitern mit einem Endstück, z. B. Cu-Leiterseil einer Durchführung mit dem Freileitungsanschlußbolzen derselben.

Der Induktor besteht aus einem Funktionsteil 1 zum Erhitzen der Werkstücke, den Anschlußstücken 2 und 3 zur Zuführung der elektrischen Energie sowie zur mechanischen Befestigung am Hochfrequenztransformator, den Anschlußstücken 4 und 5 zur Zu- und Abführung des Kühlmittels und Teilstücken 6 und 7 zur Verbindung des Funktionsteiles 1 mit den Anschlußstücken 4 und 5. Das Funktionsteil 1 und die Teilstücke 6 und 7 bestehen vorteilhafterweise aus einem quadratischen

Hohlprofil, wobei der Hohlräum zur Abführung der in dem Funktionsteil 1, den Anschlußstücken 2 und 3 sowie den Teilstücken 6 und 7 entstehenden Verlustwärmе über eine Wasserkühlung genutzt wird.

Das Funktionsteil 1 ist der runden Form eines zu erhitzen Werkstückes 8 angepaßt. Zur Vermeidung von Kurzschlüssen zwischen dem Funktionsteil 1 und dem Werkstück 8 ist das Funktionsteil 1 mit einer Isolierung aus einer Aluminiumoxydschicht 9 und einem Silikonlack 10 versehen, wobei der Silikonlack 10 sowohl in das Aluminiumoxyd 9 imprägnierend eingedrungen ist als auch außen auf ihm eine Deckschicht bildet.

Bei der Herstellung der Isolierung ist es wichtig, daß das Aluminiumoxyd 9 einen bestimmten Reinheitsgrad aufweist, und daß der Silikonlack 10 eine bestimmte eigene Viskosität nicht übersteigt.

Die erzielte mechanische, thermische und elektrische Festigkeit der Isolierung wird den an den Induktor getellten Anforderungen vollauf gerecht.

20

#### Patentansprüche

1. Isolierung für Induktoren von induktiven Erhitzungsanlagen aus temperaturbeständigen Material, dadurch gekennzeichnet, daß sie auf diesen aus einer Schicht von Aluminiumoxyd vorbestimmter Dicke besteht, die eine Tränk- und Deckschicht aus einem dauerelastischen und hitzebeständigen Lack aufweist.

2. Isolierung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der dauerelastische und hitzebeständige Lack ein Silikonlack ist.

3. Verfahren zur Herstellung einer Isolierung für Induktoren von induktiven Erhitzungsanlagen aus hitzebeständigen Material nach Anspruch 1, gekennzeichnet dadurch, daß

— zunächst die zu isolierenden Oberflächen der Hohlprofile der Induktoren gereinigt und aufgerauht werden,

— danach diese Flächen mit einer Aluminiumoxydschicht dadurch überzogen werden, daß Aluminiumoxydpulver durch einen Plasmastrahl geschmolzen wird und die Aluminiumoxyd-Partikel durch diesen Plasmastrahl auf die zu isolierenden Flächen der vor ihm, z. B. von Hand, geführten Kupferhohlprofile der Induktoren geschleudert werden, wobei die Hohlprofile an ihren Innenflächen gleichzeitig durch die durch sie strömende Luft oder Flüssigkeit gekühlt werden,

— worauf die Aluminiumoxydschicht mit einem dauerelastischen und hitzebeständigen Lack, mindestens einmal getränkt wird, der abschließend bei einer spezifischen Aushärtungs- bzw. Trocknungs-temperatur in einem Trockenofen ausgehärtet wird.

4. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß das Reinigen und Aufrauen der Induktoren durch Bekiesen erfolgt.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

60

65

